

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-280483  
 (43)Date of publication of application : 11.12.1991

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 02-080120  
 (22)Date of filing : 28.03.1990

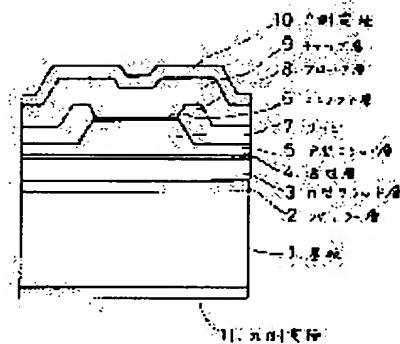
(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD  
 (72)Inventor : HONDA MASAHIRO  
 HAMADA HIROYOSHI  
 SHONO MASAYUKI  
 HIROYAMA RYOJI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance a semiconductor laser in carrier concentration by a method wherein an N-type clad layer, an active layer, and a P-type clad layer all formed of AlGaInP compound semiconductor are provided onto a substrate provided with a primary surface which is inclined in a certain direction from a prescribed plane, and Zn is added to the P-type clad layer as an acceptor.

**CONSTITUTION:** The following are formed on an N-type GaAs substrate 1 whose primary surface is inclined in a <011> direction from a (100) plane by an angle of 7 degrees: an N-type Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P buffer layer 2 0.3μm in thickness; an N-type (Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P clad layer 3 doped with Si as donor and 1μm; an undoped (Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P active layer 4 0.06μm in thickness; an P-type (Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P clad layer 5 doped with Zn and 1μm in the thickness; and a P-type GaInP contact layer 6 0.1μm in thickness. By this setup, even if a P-type clad layer is the same in an Al composition ratio, it can be enhanced in carrier concentration, so that the larger hetero barrier can be obtained.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3075728号

(P3075728)

(45)発行日 平成12年8月14日(2000.8.14)

(24)登録日 平成12年6月9日(2000.6.9)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01S 5/00

識別記号

F I  
H01S 5/00

請求項の数1(全5頁)

(21)出願番号 特願平2-80120  
(22)出願日 平成2年3月28日(1990.3.28)  
(65)公開番号 特開平3-280483  
(43)公開日 平成3年12月11日(1991.12.11)  
審査請求日 平成8年10月15日(1996.10.15)  
審判番号 平10-16734  
審判請求日 平成10年10月22日(1998.10.22)

特許法第30条第1項適用申請有り 1990年(平成2年)  
春季 第37回応用物理学関係連合講演会講演予稿集

(73)特許権者 99999999  
三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
(72)発明者 本多 正治  
大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三  
洋電機株式会社内  
(72)発明者 浜田 弘喜  
大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三  
洋電機株式会社内  
(74)代理人 99999999  
弁理士 安富 耕二 (外1名)

合議体  
審判長 小林 邦雄  
審判官 稲積 義登  
審判官 河原 英雄

最終頁に統ぐ

(54)【発明の名称】 半導体レーザ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 (100)面から<011>方向に5度～9度傾斜した面を主面を持つGaAs基板の前記主面上に、n型AlGaInPからなるn型クラッド層、AlGaInPからなる層を有する活性層、p型AlGaInPからなるp型クラッド層が設けられると共に、上記n型クラッド層にはドナーとしてSiが添加され、上記p型クラッド層にはアクセプタとしてZnが添加されることにより、前記主面の傾斜と相俟って上記p型クラッド層のキャリア濃度を大きくしたこととを特徴とする半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

(イ)産業上の利用分野

本発明は、可視光を出射するAlGaInP系の半導体レーザに関する。

(ロ)従来の技術

2

AlGaInPは0.6μm帯の波長を有し、可視光半導体レーザの材料として用いられている。

第5図は従来のAlGaInP系の半導体レーザを示し、例え特開昭62-200786号公報等に記載されている。

図において、(20)は面方位が(100)のn型GaAsからなる基板、(21)はn型GaInPからなるバッファ層、(22)はn型AlGaInPからなるn型クラッド層、(23)はアンドープのGaInPからなる活性層、(24)はp型AlGaInPからなるp型クラッド層である。これらの層は周知のMOCVD法を用いて基板(20)の一主面上に順次エピタキシャルを成長される。また、p型クラッド層(24)にはエッチングにより、幅5μmのストライブ状のリッジ(25)が形成されている。

(26)はリッジ(25)頂部を除くp型クラッド層(24)上にエピタキシャル成長されたn型GaAsからなる

ブロック層、(27)は露出したp型クラッド層(24)のリッジ(25)頂部及びブロック層(26)上にエピタキシャル成長されたp型GaAsからなるキャップ層、(28)はキャップ層(27)上に形成されたp型電極、(29)は基板(20)の他主面上に形成されたn側電極である。

斯るAlGaInP系半導体レーザにおけるp型不純物としては、Mg,Znが用いられる。しかし、MOCVD法においてMgは固体をソースとして用いられるため、Mgの添加量を正確に制御することは困難であり、再現性に乏しい。そこで有機金属として存在するZnが、添加量を容易に制御できることから、p型不純物として主に用いられる。

#### (ハ) 発明が解決しようとする課題

一方、斯るAlGaInP系の半導体レーザにおいても更なる短波長化が要望されており、このため、活性層の組成にAlを加え、そのバンドギャップを大きくすることが提案されている。

然るに、活性層のバンドギャップを大きくすると、活性層へのキャリア注入効率を維持するため、クラッド層のバンドギャップをも大きくし、活性層とクラッド層との界面に十分な大きさのヘテロバリアを形成する必要がある。斯るヘテロバリアを大きくする方法として、クラッド層のAl組成比率を大きくする方法とクラッド層のキャリア濃度を大きくする方法がある。

しかし乍ら、AlGaInPにおいては、Gaに対するAl組成比が0.7のときバンドギャップが最大となり、Al組成比を大きくしてもこれ以上のバンドギャップを得ることができない。そこで各クラッド層のバンドギャップを大きくすると共にそのキャリア濃度を大きくすることが望まれるが、p型不純物のZnでは、一般に大きなキャリア濃度が得にくく、特にAl組成比を大きくするほどキャリア濃度が小さくなる傾向にある。即ち、従来ではバンドギャップが大きく、且つキャリア濃度の大きいp型クラッド層を得ることはできなかった。

従って、本発明は活性層及びp型クラッド層のAl組成比が大きい場合においても、キャリア濃度を大きくでき、更なる短波長化が図れるAlGaInP系の半導体レーザを提供するものである。

#### (ニ) 課題を解決するための手段

本発明は、(100)面から<011>方向に5度～9度傾斜した面を主面に持つGaAs基板の前記主面上に、n型AlGaInPからなるn型クラッド層、AlGaInPからなる層を有する活性層、p型AlGaInPからなるp型クラッド層が設けられると共に、上記n型クラッド層にはドナーとしてSiが添加され、上記p型クラッド層にはアクセプタとしてZnが添加されることにより、前記主面の傾斜と相俟って上記p型クラッド層のキャリア濃度を大きくしたことを特徴とする。

#### (ホ) 作用

本発明によれば、(100)面から<011>方向に傾斜した面を主面に持つ基板を用いることによって、この上に

設けられるp型クラッド層に添加されるZnは、当該p型クラッド層のキャリア濃度を大きくし、しかもn型クラッド層に添加されるSiは、Al組成比を大きくしたことにより生じる活性層の結晶性の低下を抑制するとともに、n型クラッド層で得られるキャリア濃度は活性層と十分なヘテロバリアが形成される値となる。

#### (ヘ) 実施例

第1図に本発明の一実施例を示す。

図において、(1)は一主面が(100)面から<011>方向に例えば7度傾斜したn型GaAsからなる基板、(2)は厚さ0.3μmのn型Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなるバッファ層、(3)はドナーとしてSiが添加された厚さ1μmのn型(Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなるn型クラッド層、(4)は厚さ0.06μmのアンドープ(Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる活性層、(5)はアクセプタとしてZnが添加された厚さ1μmのp型(Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなるp型クラッド層、(6)は厚さ0.1μmのp型Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなるコンタクト層である。これらの層は周知のMOCVD法を用いて基板(1)の一主面上に順次エピタキシャル成長される。

また、p型クラッド層(5)及びコンタクト層(6)は、p型クラッド層(5)の厚さが0.2μmになるまでコンタクト層(6)表面から選択的にエッチングされ、これによりp型クラッド層(5)には幅5μmのストライプ状のリッジ(7)が形成される。

(8)はリッジ(7)頂部を除くp型クラッド層(5)上にエピタキシャル成長されたn型GaAsからなるブロック層、(9)は露出したp型クラッド層(5)のリッジ(7)頂部及びブロック層(8)上にエピタキシャル成長されたp型GaAsからなるキャップ層、(10)はキャップ層(9)上に形成されたAu,Crの合金からなるp側電極、(11)は基板(1)の他主面上に形成されたAu,Sn,Crの合金からなるn側電極である。

斯る本実施例装置の特性を測定したところ、p型クラッド層(5)のキャリア濃度は約9×10<sup>17</sup>cm<sup>-3</sup>であり、連続発振が得られた最高周囲温度は約80°C、また発振波長は635nmであった。また、比較のため、基板の(100)面上に各層を積層した以外は本実施例装置と同じ構成の比較装置を作製し、その特性を測定したところ、p型クラッド層のキャリア濃度は約5×10<sup>17</sup>cm<sup>-3</sup>で、連続発振が得られた最高周囲温度は約50°C、また発振波長は650nmであった。

以上の測定効果から、本実施例装置の比較装置に比べ、同じAl組成比のp型クラッド層であっても、キャリア濃度を大きくすることができ、これによってより大きなヘテロバリアが得られる。従って、キャリアが励起されやすい状態、即ち周囲温度が高くなても、キャリアを活性層に効率良く閉じ込めることができ、連続発振が得られることが分かる。また、両者の発振波長の違いは、既に本願出願人が特願平1-83107号で開示したよ

うに、基板の主面を傾斜面としたことによるものである。

第2図は基板(1)の主面の(100)面から<011>方向への傾斜角度とp型クラッド層(5)で得られるキャリア濃度の関係を示す。同図より、傾斜面を主面とすることによって、傾斜角度が0度の場合、即ち(100)面を主面とする従来装置より大きなキャリア濃度が得られることが分かる。

以上により、本発明装置においては、p型クラッド層(5)と活性層(4)との間に、従来装置に比して大きなヘテロバリアを形成できるので、活性層のバンドギャップを大きくすることができ、更なる短波長化ができる。

一方、活性層のバンドギャップを大きくするには活性層のAl組成比を大きくすればよいが、Al組成比を大きくすることは活性層の結晶性を低下させる原因となるため、活性層のAl組成比はできるだけ抑えるほうが望ましい。このためには本実施例装置に示す如く、n型クラッド層(3)のドナーとしてSiを用いることが好ましい。第3図に $(Al_{0.1}Ga_{0.9})_{0.5}In_{0.5}P$ からなるn型クラッド層に、ドナーとしてSiあるいはSeを添加し、この上にアンドープ $Ga_{0.1}In_{0.9}P$ からなる活性層を形成した時の厚さ方向のキャリア濃度分布を示す。図中実線はSiを用いた場合、破線はSeを用いた場合である。図より、Seを用いたものでは、活性層中にキャリアが多く見られることから、活性層の成長中にn型クラッド層中のSeが活性層に多く持ち込まれていることが分かる。即ち、活性層中にドナーが持ち込まれると、活性層の結晶性が劣化し易くなり、作製されるレーザ装置の信頼性を低下させる原因となると共に、ドナー単位が形成され、斯る単位を用いた発光再結合が生じるため、長波長化する原因となる。一方、Siを用いたものではn型クラッド層と活性層の間で、活性層へのドナーの持ち込みが少ない急峻な界面が得られていることが分かる。

また、ドナーとしてSiを用いたときのn型クラッド層で得られるキャリア濃度は、基板の傾斜面に関係することなく、略 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で一定であり、活性層と十分なヘテロバリアが形成される値であった。

以上より、(100)面から<011>方向に傾斜した主面を有する基板を用いると共に、p型クラッド層に添加する不純物をZn、n型クラッド層に添加する不純物をSiとすることによって、結晶性を低下させることなく活性層のバンドギャップを大きくすることができ、且つ効率よくキャリアを活性層内に閉じ込めることができる半導体レーザが得られる。

第4図は周囲温度40°C、3mWの定出力動作によるエーディング特性を示し、第1図で示した本実施例装置の変化を図中実線で示す。また、比較のため、n型クラッド層にドナーとしてSiの代わりにSeを、p型クラッド層にアクセプタとしてZnの代わりにMgを用いた以外は本実施例装置と同じ構成の比較装置を作製し、同様な実験を行った。その結果を第4図に破線で併記する。図より、本実施例装置では、劣化が少なく、信頼性が高いことが分かる。

#### (ト) 発明の効果

本発明装置によれば、(100)面から<011>方向に傾斜した面を主面に持つ基板を用いることによって、p型クラッド層にアクセプタとして添加されるZnは当該p型クラッド層のキャリア濃度を大きくすることができるので、活性層のバンドギャップを更に増大することができとなり、短波長化が図れ、更にバンドギャップを増大させるために、活性層中のAl組成比を大きくした場合においても、n型クラッド層にドナーとしてSiが添加されることにより、Al組成比を大きくしたことにより生じる活性層の結晶性の低下を抑制することができると共に、n型クラッド層が前記傾斜した基板の主面上に形成されていても、n型クラッド層で得られるキャリア濃度は活性層と十分なヘテロバリアが形成される値となり、効率よくキャリアを活性層内に閉じ込めることができることが出来る。

#### 【図面の簡単な説明】

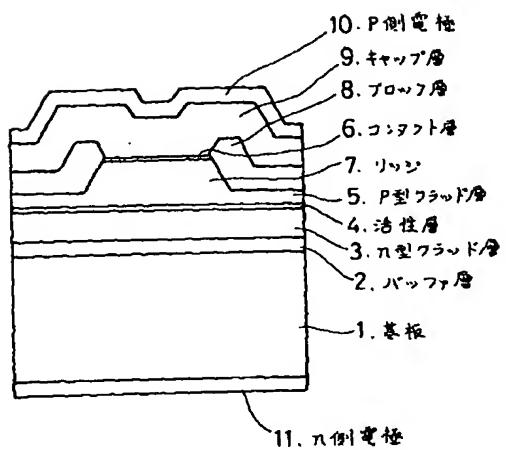
第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は基板の傾斜角とp型クラッド層のキャリア濃度の関係を示す特性図、第3図はn型クラッド層のドナーとしてSi、Seを用いた時の活性層の厚さ方向のキャリア濃度分布を示す特性図、第4図はエーディング特性を示す特性図、第5図は従来装置を示す断面図である。

BEST AVAILABLE COPY

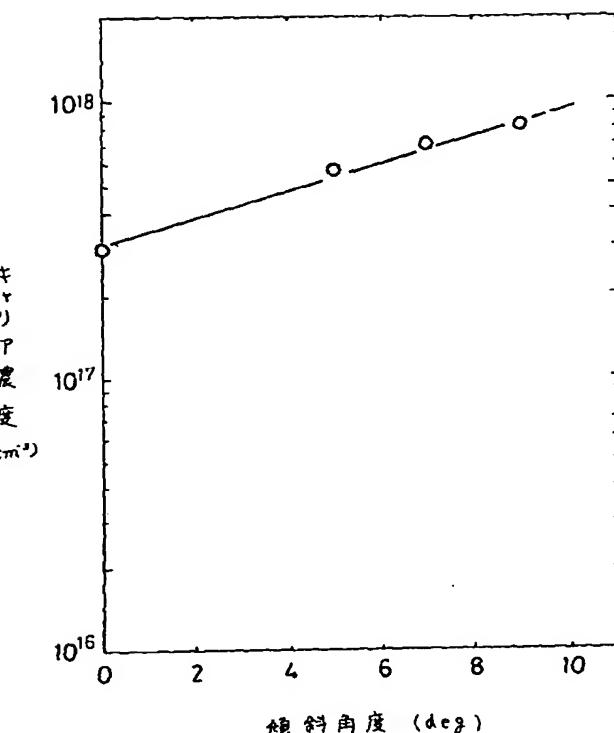
(4)

特許 3075728

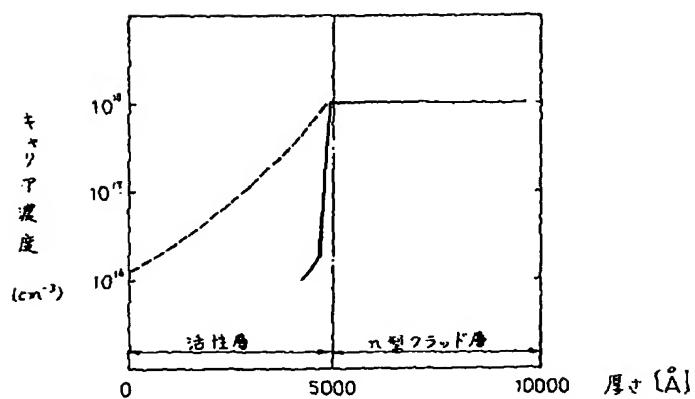
【第1図】



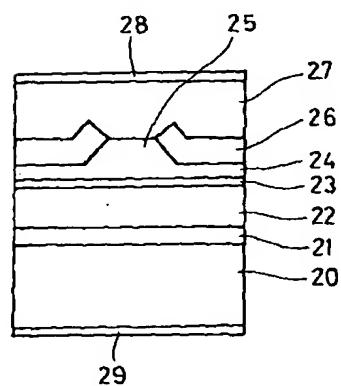
【第2図】



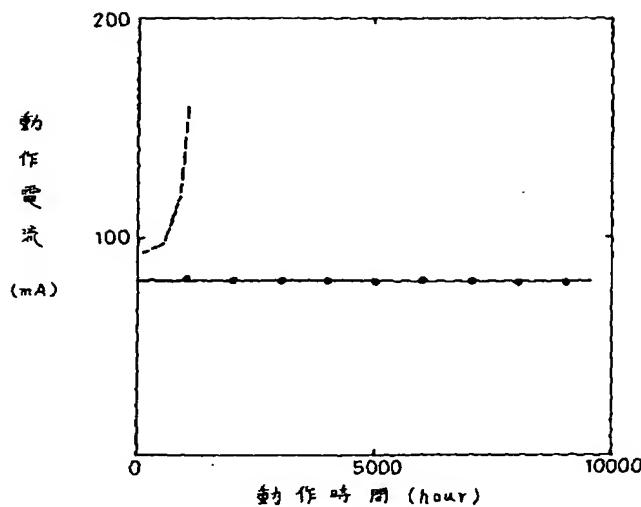
【第3図】



【第5図】



【第4図】



## フロントページの続き

(72)発明者 庄野 昌幸

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 廣山 良治

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三  
洋電機株式会社内(56)参考文献 信学技報 Vol. 89, No. 284  
(1989年11月16日) p 57~64Electronics Letters  
1st Feb. 1990 Vol.  
26 No. 3  
Jpn. J. of Appl. Phys.  
Vol. 27, No. 12, Dec.,  
1988, p L2414~L2416